Enhancement of Bandwidth Usage in the Network by Redistributing the Virtual Machine

Dr. Jabr Hanna[*]
Sam Ismaeel **

(Received 7 / 5 / 2019. Accepted 9 / 6 / 2019)

□ ABSTRACT □

The quality of service is one of the most important areas that attract the attention of researchers in networks and communications. These factors are the delay in time, bandwidth, and other factors, which improve the efficiency of the network and provide a better service level, especially with the spread of real-time applications that require taking into account the time limits during the provision of services because overriding restrictions may lose network interest.

The bandwidth is a key parameter in the operation of any network, and the communication media in the network plays the largest role in determining the bandwidth, depending on the type of communication medium, whether wired or wireless, and the extent of its resistance to interference. Therefore, hardware improving of bandwidth requires a lot of time And effort, which prompted researchers to go to the software methods to improve this parameter.

The aim of this paper is to improve the bandwidth of the network by redistributing the virtual machines on physical machines so that we reduce the overload on network interfaces and distribute this load more appropriately to the rest of the network connections.

MATLAB was used to build a software application interface to perform the required operations in this research. MATLAB was chosen as it provides a large number of tools and software components that enrich engineering fields, including communications, networks, systems and information.

Key Words: Bandwidth, Virtual Machine, Quality of Service.

[*]**Professor in Department of computer and automatic control Engineering, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**

*** *Master Student in Department of computer and automatic control Engineering, Faculty of Mechanical and electrical Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**

تحسين استخدام عرض الحزمة في الشبكة عن طريق إعادة توزيع الآلة الافتراضية Virtual Machine

د. جبر حنا*

سام اسماعيل**

(تاريخ الإيداع 7 / 5 / 2019. قُبِل للنشر في 9/ 6 / 2019)

□ ملخّص □

تُعد عوامل جودة الخدمة من أهم المجالات التي تستقطب اهتمام الباحثين في الشبكات والاتصالات، وتتمثل هذه العوامل في التأخير الزمني وعرض الحزمة والمردود وغيرها من العوامل التي يؤدي تحسينها إلى زيادة كفاءة عمل الشبكة وتقديمها لمستوى خدمي أفضل خاصة مع انتشار تطبيقات الزمن الحقيقي والتي تتطلب التقيد بحدود زمنية معينة أثناء تقديم الخدمات لأن تجاوز القيود قد يُفقد الشبكة الفائدة المرجوة منها.

يشكل عرض الحزمة بارامتراً أساسياً في عمل أي شبكة وتلعب وسائط الاتصال في الشبكة الدور الأكبر في تحديد عرض الحزمة إذ يعتمد في طبيعته على نوع وسط الاتصال سواءً كان سلكياً أو لاسلكياً ومدى مقاومته للتشويش، لذلك فإن تحسين عرض الحزمة مادياً هو أمر مكلف ويتطلب الكثير من الوقت والجهد، وهذا ما دفع الباحثين إلى التوجه للطرق البرمجية لتحسين هذا البارامتر.

يهدف هذا البحث إلى تحسين بارامتر عرض الحزمة في الشبكة عن طريق إعادة توزيع الآلة الافتراضية Virtual Machine على الأجهزة المضيفة Physical Machine بحيث نخفض من الحمل الزائد على الوصلات الشبكية وتوزيع هذا الحمل بالشكل الأنسب على باقي وصلات الشبكة.

تم في البحث استخدام الماتلاب لبناء واجهة تطبيق برمجي من أجل القيام بالعمليات المطلوبة في هذا البحث، حيث تم اختيار الماتلاب نظراً لكونه يقدم عدد كبير من الأدوات والتوابع البرمجية التي تغني المجالات الهندسية بما فيها مجال الاتصالات والشبكات ونظم والمعلومات.

الكلمات المفتاحية: عرض الحزمة، الآلة الفتراضية، جودة الخدمة.

* **أستاذ – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

** **طالب ماجستير – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مقدمة:

تعتبر نظم الشبكات والاتصالات من أكثر المجالات المهمة التي ساهمت في تطور تقديم مختلف أنواع الخدمات بطريقة سهلة ومتاحة، سواءً كانت الشبكة سلكية أو لا سلكية، ومع التقدم الحاصل في تقنيات بناء وتصميم الشبكات ظهر العديد من المشاكل والعوائق التي تحد هذا التقدم، مما دفع الباحثين للعمل على حل هذه المشاكل والتخفيف من أثرها على أداء الشبكة.

توجد العديد من الأبحاث التي تطرقت الى موضوع عوامل جودة الخدمة في الشبكة نظراً لأهمية هذه العوامل وتأثيرها المباشر على أداء الشبكة، ومن هذه العوامل عرض الحزمة وهو يمثل كمية البيانات التي يمكن لها أن تنتقل عبر وسط الاتصال خلال واحدة الزمن فكلما زاد عرض الحزمة زادت كمية البيانات المنقولة وبالتالي تحسن أداء الشبكة، وبعض الدراسات اهتمت بتقسيم عرض الحزمة إلى مجالات زمنية أو ترددية بهدف الاستفادة المثلى من الإمكانيات المتاحة في نقل بيانات مرتبطة بمجموعة مستخدمين في نفس الوقت بدلاً من مستخدم واحد.[3]

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى تقديم طريقة مقترحة لتحسين استخدام عرض الحزمة في الشبكات من خلال تخفيف الضغط على الوصلات ذات الحمل العالي وتوزيع الأحمال في الشبكة على الوصلات الشبكية الأخرى بالطريقة الأنسب.

تقوم الفكرة المقترحة على أساس إعادة توزيع الآلات الافتراضية Virtual Machines على الأجهزة المضيفة Physical Machines بحيث نقوم بوضع الآلات الافتراضية التي تتميز بمعدل تراسل بيانات عالٍ فيما بينها على نفس الجهاز المضيف مما يخفف الحمل على الوصلات الشبكية.[4,12]

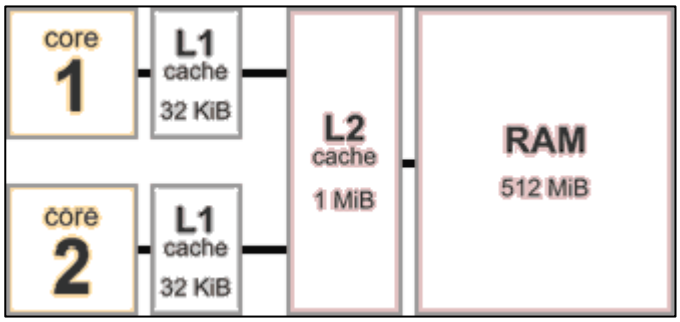
طرائق البحث وموارده:

نستعرض فيما بعض التفاصيل حول طبيعة الأجهزة المضيفة، والآلات الافتراضية مع ذكر الخصائص والبارامترات التابعة لكل منها.

1. بنية الأجهزة المضيفة Physical Machines Architecture:

تتألف الأجهزة المضيفة من معالج متعدد النوى Multicore Processor حيث يتراوح عدد النوى بين (4 – 8)، وكل معالج يتمتع بقدرة حسابية تقدر بعدد من الملايين من التعليمات المنجزة خلال الثانية الواحدة أو ما يعرف بـ MIPS (Million Instruction Per Second)، بالإضافة إلى الذاكرة العشوائية الـ RAM (Random Access Memory).[3 ,11]

يتألف المعالج متعدد النوى من مجموعة من النوى Cores المتوضعة على شريحة واحدة Single Chip، ويكون لكل نواة ذاكرة كاش خاصة بها وهي ما نسميها بالمستوى الأول First Level Cache (L1)، وتشترك هذه النوى فيما بينها بذاكرة كاش أخرى أكبر حجماً لكن أقل سرعة من المستوى الأول وهذا ما نسميه بالمستوى الثاني Second

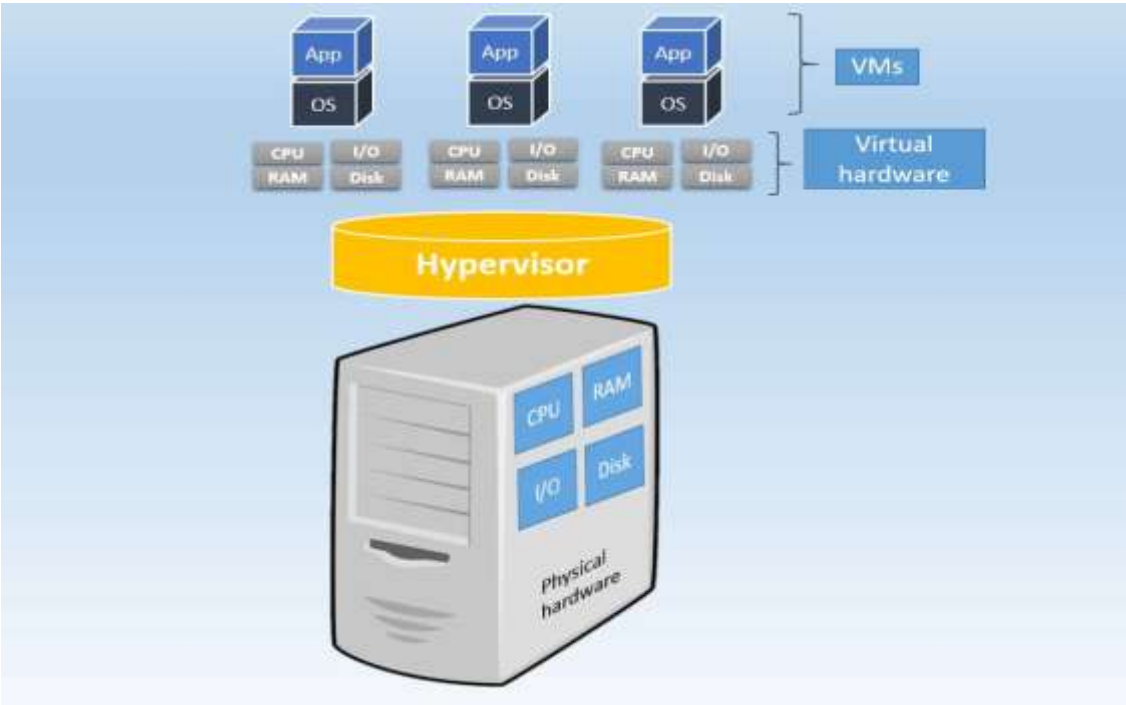


Level Cache (L2)، والذي بدوره يكون متصلاً مع الذاكرة الرئيسية RAM، ويبين الشكل (1) بنية المعالج متعدد النوى.[6][2]

الشكل (1) بنية الأجهزة المضيفة

2. بنية الآلات الافتراضية Virtual Machines Architecture:

الآلات الافتراضية هي عبارة عن برامج تقوم بتوزيع الموارد الموجودة في الأجهزة المضيفة على عدد من أنظمة التشغيل التي تتشارك هذه الموارد، ويتم إسناد الآلات الافتراضية على الأجهزة المضيفة بطريقة تضمن مراعاة المتطلبات الدنيا للآلة الافتراضية المضافة من حيث عدد النوى، وعدد ملايين التعليمات المنفذة في الثانية الواحدة MIPS وحجم ذاكرة الوصول العشوائي RAM. ويبين الشكل (2) الشكل العام للآلات الافتراضية.[5,7]



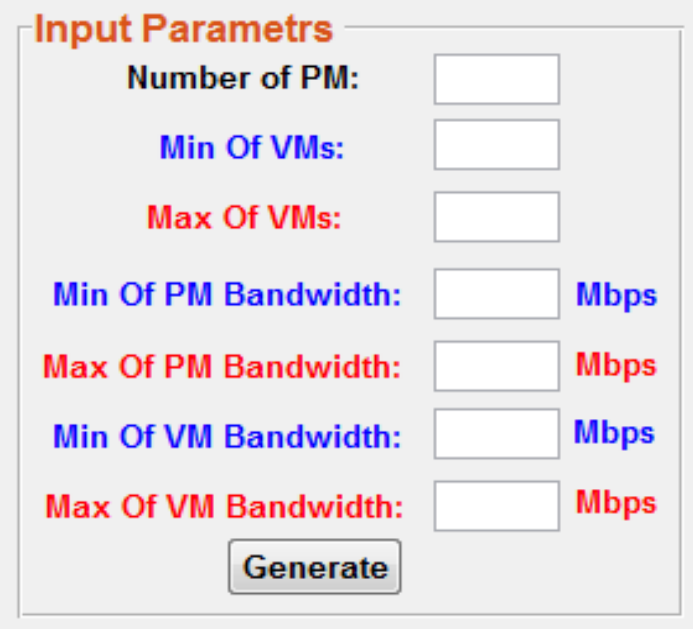
الشكل (2) الشكل العام للآلات الافتراضية

4. برنامج المحاكاة المستخدم في البحث:

تم استخدام برنامج الماتلاب لإنشاء واجهة تطبيق برمجي يقوم بمحاكاة عمل الشبكة حيث يتيح لنا التطبيق إدخال مجموعة من البارامترات التي تساعد في تطبيق الدراسة المقترحة وهي:

1. عدد الأجهزة المضيفة PM (Physical Machines).
2. العدد الأصغري والأعظمي للآلات الافتراضية VM (Virtual Machines) المتوضعة ضمن الـ PM.
3. المقدار الأصغري والأعظمي لعرض الحزمة Bandwidth للوصلات الشبكية.
4. المقدار الأصغري والأعظمي لحجم البيانات المتبادلة بين الـ VMs.

ويبين الشكل (3) القسم الخاص ببارامترات الإدخال.

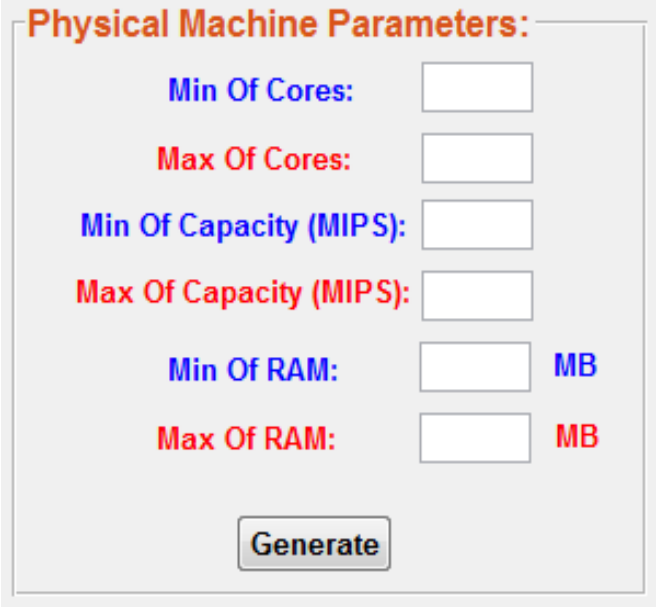


الشكل (3) القسم الخاص ببارامترات الإدخال

تتيح الواجهة إدخال مجموعة من البارامترات المتعلقة بالـ PMs وهذه البارامترات هي:

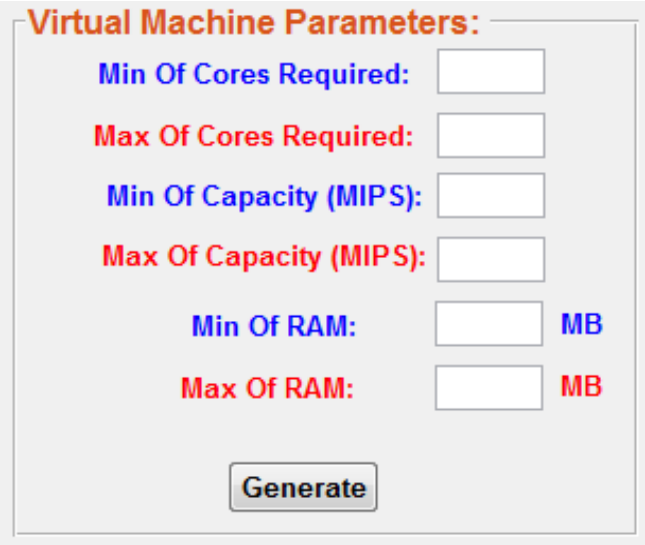
1. العدد الأصغري والأعظمي لنوى المعالج Cores.
2. العدد الأصغري والأعظمي لعدد ملايين التعليمات المنفذة في الثانية الواحدة MIPS.
3. العدد الأصغري والأعظمي لحجم الذاكرة العشوائية RAM.

ويبين الشكل (4) القسم الخاص ببارامترات الـ PM.



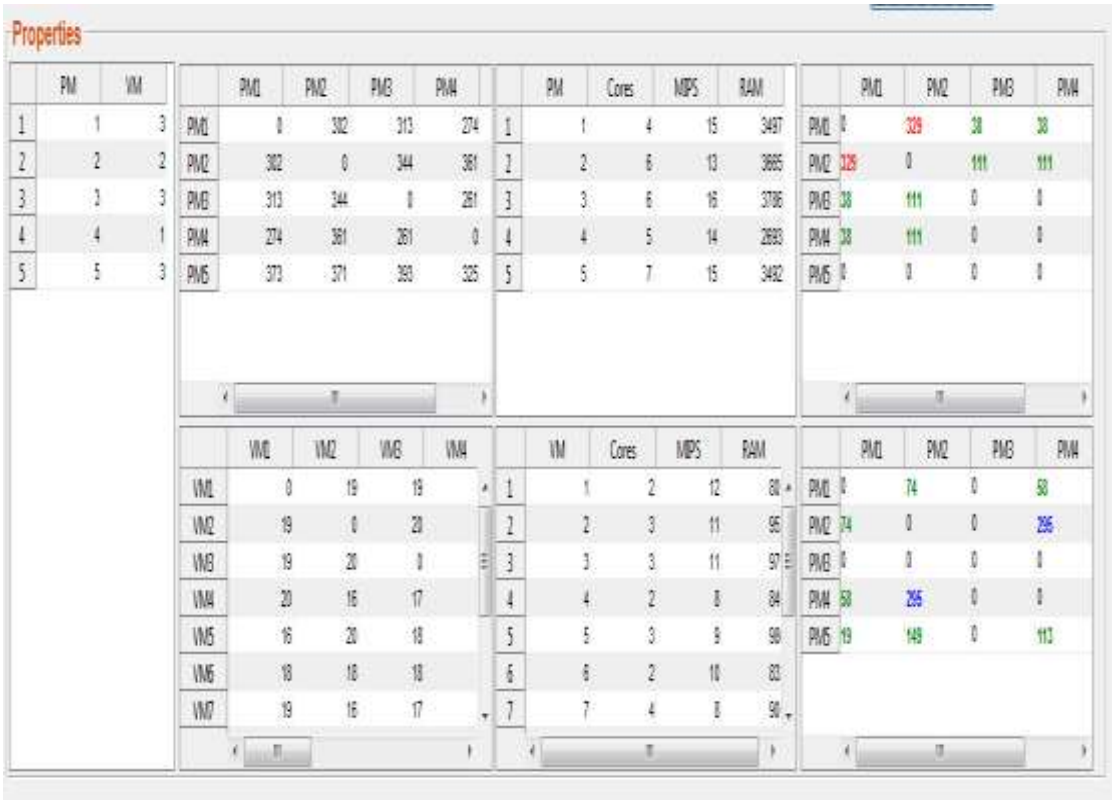
الشكل (4) يبين القسم الخاص ببارامترات الـ PM

ضمن التطبيق المقترح يوجد قسم خاص لإدخال بارامترات الـ VMs يحتوي على نفس الحقول الموجودة في قسم بارامترات الـ PM كما هو مبين في الشكل (5).



الشكل (5) القسم الخاص ببارامترات الـ VMs

ويوجد قسم يعرض مجموعة من الجداول التي تصف القيم الموجودة لكل من الـ PM و الـ VM وذلك وفقاً للسيناريو المقترح من خلال القيم المدخلة كل مرة، كما هو موضح في الشكل (6).



الشكل (6) جداول الخصائص للـ PM و الـ VM

النتائج والمناقشة:

تم في البحث دراسة ثلاثة سيناريوهات مختلفة تتضمن العمل وفقاً لعدد مختلف من الـ VMs بحيث نحقق في السيناريو الأول مستوى حمل خفيف على الوصلات الشبكية، وفي السيناريو الثاني مستوى حمل متوسط، وفي الثالث مستوى حمل ثقيل.

يتم في كل سيناريو أولاً توزيع الآلات الافتراضي على الأجهزة المضيفة بشكل عشوائي، وبعد ذلك يتم تطبيق الخوارزمية المقترحة ومقارنة النتائج من حيث الحمل الموجود على الوصلات الشبكية بحسب عرض الحزمة المستهلك في كل وصلة، حيث يتم تصنيف الوصلات الشبكية بحسب حجم عرض الحزمة المستهلك في كل وصلة كما يلي:

1. الوصلات التي فيها عرض الحزمة المستهلك أقل من 50% (حمل خفيف) باللون الأخضر.
2. الوصلات التي فيها عرض الحزمة المستهلك بين (50 – 90)%، (حمل متوسط) باللون الأزرق.
3. الوصلات التي فيها عرض الحزمة المستهلك بين (90 – 100)%، (حمل ثقيل) باللون البرتقالي.
4. الوصلات التي فيها عرض الحزمة المستهلك أكثر من 100% (حمل زائد) باللون الأحمر.

ويبين الجدول (1) قيم البارامترات الخاصة بالأجهزة المضيفة.

الجدول (1) قيم بارامترات الأجهزة المضيفة

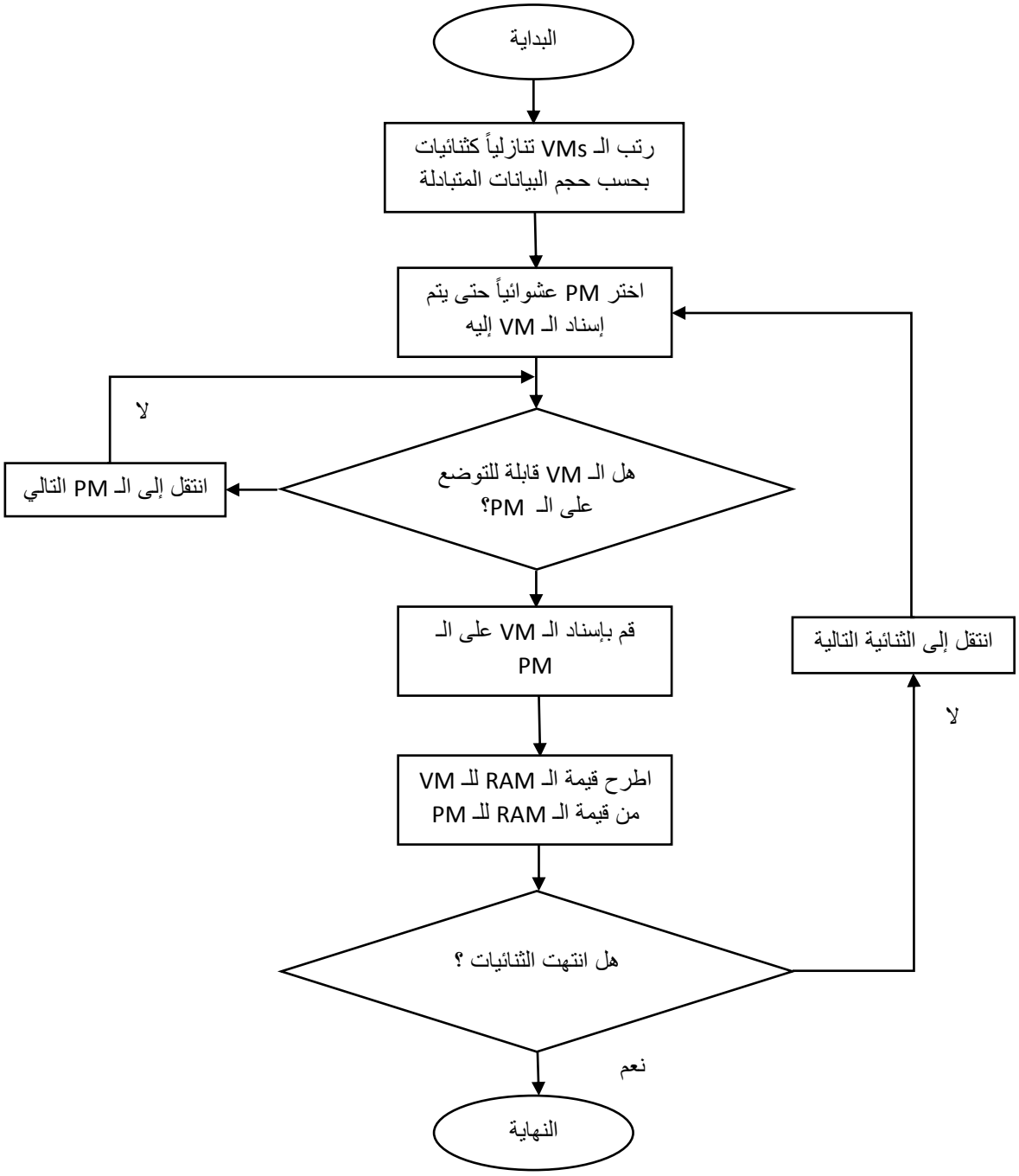
اسم البارامتر	القيمة
Min of Cores	4
Max of Cores	8
Min of Capacity (MIPS)	12
Max of Capacity (MIPS)	16
Min of RAM	2000
Max of RAM	4000

كما يبين الجدول (2) قيم البارامترات الخاصة بالآلات الافتراضية.

الجدول (2) قيم بارامترات الآلات الافتراضية

اسم البارامتر	القيمة
Min of Cores	2
Max of Cores	4
Min of Capacity (MIPS)	8
Max of Capacity (MIPS)	12
Min of RAM	800
Max of RAM	1000

كما يبين المخطط التدفقي المبين في الشكل (7) طريقة عمل الخوارزمية المقترحة.



الشكل (7) الخوارزمية المقترحة.

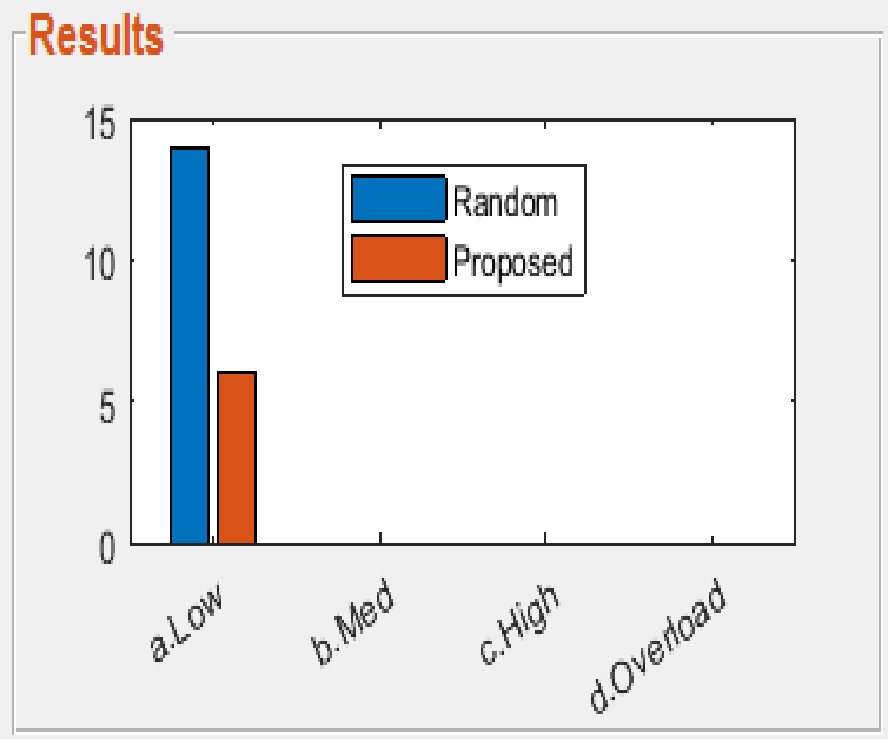
1. السيناريو الأول:

تم في هذا السيناريو تطبيق حمل خفيف من حيث عدد الآلات الافتراضية VMs على الأجهزة المضيفة، ويبين الجدول (3) قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الأول.

الجدول (3) قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الأول (حمل خفيف)

اسم البارامتر	القيمة
Number of PM	5
Min of VMs	1
Max of VMs	3
Min of PM Bandwidth	250
Max of PM Bandwidth	400
Min of VM Bandwidth	15
Max of VM Bandwidth	20

ويبين الشكل (8) المقارنة بين التوزيع العشوائي والخوارزمية المقترحة



الشكل (8) المقارنة وفق السيناريو الأول (حمل خفيف)

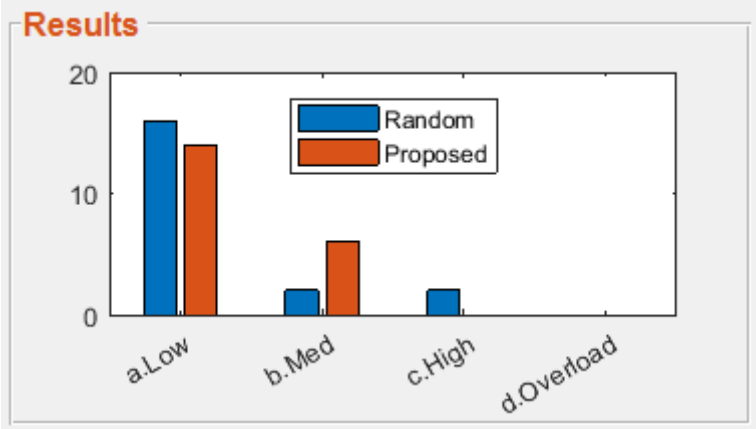
2.. السيناريو الثاني:

تم في هذا السيناريو تطبيق حمل متوسط من حيث عدد الآلات الافتراضية VMs على الأجهزة المضيفة، ويبين الجدول (4) قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الثاني.

الجدول (4) يبين قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الثاني (حمل متوسط)

اسم البارامتر	القيمة
Number of PM	5
Min of VMs	3
Max of VMs	5
Min of PM Bandwidth	250
Max of PM Bandwidth	400
Min of VM Bandwidth	15
Max of VM Bandwidth	20

ويبين الشكل (9) المقارنة بين التوزيع العشوائي والخوارزمية المقترحة



الشكل (9) المقارنة وفق السيناريو الثاني (حمل متوسط)

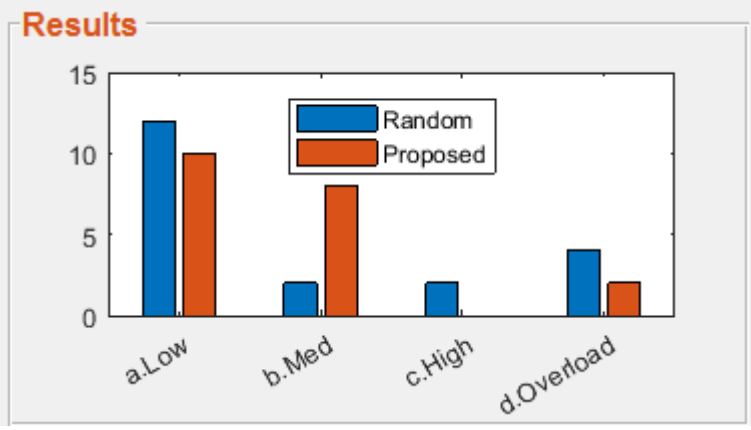
2. السيناريو الثالث:

تم في هذا السيناريو تطبيق حمل ثقيل من حيث عدد الآلات الافتراضية VMs على الأجهزة المضيفة، ويبين الجدول (5) قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الثالث.

الجدول (5) يبين قيم البارامترات المدخلة في السيناريو الثالث (حمل ثقيل)

اسم البارامتر	القيمة
Number of PM	5
Min of VMs	5
Max of VMs	7
Min of PM Bandwidth	250
Max of PM Bandwidth	400
Min of VM Bandwidth	15
Max of VM Bandwidth	20

ويبين الشكل (10) المقارنة بين التوزيع العشوائي والخوارزمية المقترحة



الشكل (10) المقارنة وفق السيناريو الثالث (حمل ثقيل)

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

يمكن من خلال ملاحظة نتائج المقارنات بين قيم البارامترات المأخوذة بعين الاعتبار في السيناريوهات الثلاثة أنّ:

1. تم تخفيف حركة البيانات المتبادلة في السيناريو الأول (حمل خفيف) بسبب إسناد الـ VMs ذات حركة البيانات العالية إلى نفس الـ PM.
2. كمية الوصلات التي فيها استهلاك متوسط لعرض الحزمة في السيناريو الثاني (حمل متوسط) بالنسبة للخوارزمية المقترحة أكثر من التوزع العشوائي لكن بالمقابل فإنه لا يوجد أية وصلات ذات استهلاك عالٍ بعد تطبيق الخوارزمية المقترحة وذلك بسبب توزيع الـ VMs التي كانت متوضعة على هذه الأجهزة ونقلها إلى أجهزة أخرى.
3. كمية الوصلات في السيناريو الثالث (حمل ثقيل) التي كان فيها نسبة استهلاك زائدة بعد تطبيق الخوارزمية المقترحة بقيت لكن مع عدد أقل وذلك بسبب صعوبة التخلص من الاستهلاك العالي لعرض الحزمة بسبب الحمل الثقيل على الشبكة.
4. الخوارزمية المقترحة ساهمت بتقليل الضغط على الوصلات الشبكية إما من خلال تقليل عددها أو نقلها من مستوى حمل عالٍ إلى حمل متوسط أو خفيف.

التوصيات:

يمكن بعد الاطلاع على الاستنتاجات السابقة العمل على تطبيق سيناريوهات عمل مختلفة تتضمن استخدام عدد متغير من الأجهزة المضيفة والآلات الافتراضية، بالإضافة إلى تغيير قيم البارامترات الخاصة بكل منها، وتطبيق خوارزميات توزيع أخرى من أجل مقارنة نتائج هذه الخوارزميات مع الخوارزمية المقترحة بهدف التعرف على الثغرات الموجودة فيها والعمل على تلافيها.

المراجع:

1. Ryan Shea, " A Deep Investigation Into Network Performance in Virtual Machine Based Cloud Environments" University of Minnesota at Duluth, Minnesota, USA, (2014).
2. Hana Teyeb, "Integrated optimization in cloud environment ", Université Paris-Saclay, (2018)
3. Michael Grafnetter, "Dynamic resource balancing in virtualization clusters", Charles University in Prague, (2012)
4. Entisar Alkayal, "Optimizing Resource Allocation using Multi-Objective Particle Swarm Optimization in Cloud Computing Systems", UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, (2018)
5. Thomas Lindh, "PERFORMANCE MONITORING IN COMMUNICATION NETWORKS", KTH, Royal Institute of Technology Stockholm,(2004)
6. Zolt´an Ad´am Mann, "Which is the best algorithm for virtual machine placement optimization", University of South California, (2017)
7. Felix Strohmeier, "Estimating Inter-domain Network Delays by Passive Monitoring", Salzburg University, (2010)
8. MATTHEW OWENS, "TEMPORAL BANDWIDTH-INTENSIVE VIRTUAL NETWORK ALLOCATION OPTIMIZATION IN DATA CENTERS", University of Kansas, Lawrence, KS USA, (2014)
9. Atakan Aral, "Modeling and Optimization of Resource Allocation in Cloud", Istanbul Technical University, (2015)
10. Ningning Hu, "Optimizing Network Performance In Replicated Hosting", Carnegie Mellon University, Pittsburgh, (2007)
11. Baoxian Zhang and Hussein T. mouftah, "QoS routing for wireless ad hoc networks : problems, algorithms and protocols" IEEE Communications Magazine, pp. 110-117 October (2015)
12. S.T. Shen and J.H. Chen, "A novel delay oriented shortest path routing protocol for mobile ad hoc networks, "proceedings of IEEE ICC (2011)
13. H. Sun and H. Hughes, "Adaptive QoS routing based on prediction of local performance in ad hoc networks". Proceedings of IEEE WNCN (2013)
14. Christian Walck, "Hand-book os Statistical Distribution", University of Stockholm, (2007)
15. Mr.C.Rangarajan, Mrs.S.Sridevikarumari, Ms.V.Sujitha, "Recent Routing Protocols in Network", International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering,(2017)